

(Reference 1)

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-161098

(43)Date of publication of application : 12.06.2001

(51)Int. Cl.

H02P 9/04

H02J 3/01

H02J 3/28

H02J 3/32

H02J 3/38

H02M 7/155

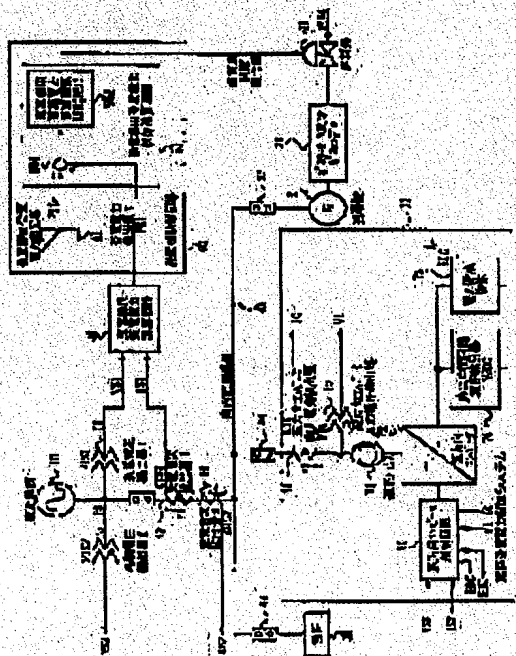
(21)Application number : 11-340225

(71)Applicant : TOKYO GAS CO LTD

(22)Date of filing : 30.11.1999

(72)Inventor : TAMURA TOYOICHI

(54) INSTANTANEOUS INCOMING POWER CONTROL SYSTEM WHEREIN REVERSE POWER FLOW IS PERMITTED



(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an instantaneous incoming power control system that suppresses voltage fluctuations in a private wiring branch network and a power system by limiting pulsations in incoming power.

SOLUTION: The instantaneous incoming power control system 70 is used for a power supply system comprising a private branch wiring network 41 connected with a power system 10, a generator 21 kept operated in linkage with the power system, a load 31, and a generator control circuit 50 that controls a prime mover for driving the generator so that the incoming power is zeroed. The incoming power control system is provided with a linkage transformer 71, a bi-directional converter 72 that bi-directionally converts power, a power storing body 73, and a bi-directional converter control circuit 80 that controls the operation of the bi-directional converter 72 based on system voltage, incoming current, bi-directional converter input voltage, bi-directional converter output current, direct-current intermediate circuit voltage, and a target value of direct-current intermediate circuit voltage. If abrupt variation occurs in the

load, the control system controls the bi-directional converter so that no pulsation in incoming power is produced.

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2001-161098
(P2001-161098A)

(43)公開日 平成13年 6 月12日 (2001. 6. 12)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
H 0 2 P	9/04	H 0 2 P 9/04	E 5 G 0 6 6
H 0 2 J	3/01	H 0 2 J 3/01	B 5 H 0 0 6
	3/28	3/28	5 H 5 9 0
	3/32	3/32	
	3/38	3/38	Q

審査請求 未請求 請求項の数37 O L (全 62 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号	特願平11-340225	(71)出願人	000220262 東京瓦斯株式会社 東京都港区海岸 1 丁目 5 番20号
(22)出願日	平成11年11月30日 (1999. 11. 30)	(72)発明者	田村 豊一 東京都北区豊島 1-19-10
		(74)代理人	100100701 弁理士 住吉 多喜男 (外 2 名)

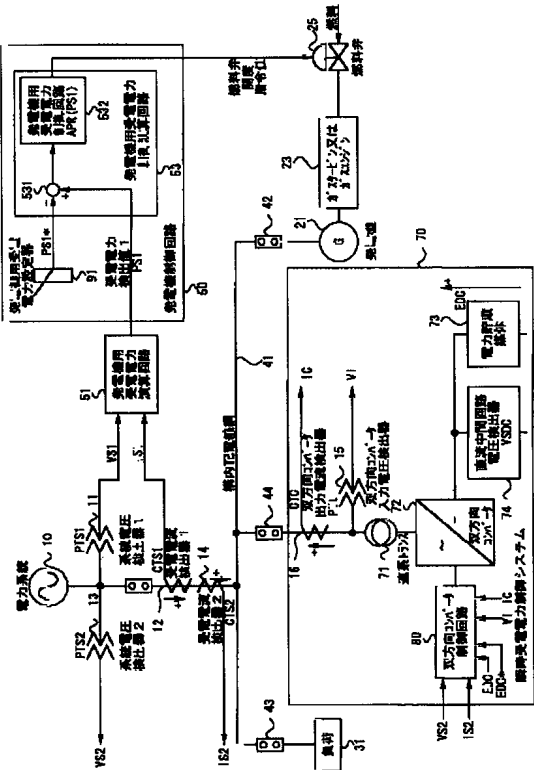
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 逆潮流が認められる瞬時受電電力制御システム

(57) 【要約】

【課題】 受電電力の脈動を制限することにより、構内配線網および電力系統の電圧変動を抑制する瞬時受電電力制御システムを提供する。

【解決手段】 電力系統10に接続された構内配線網41と、電力系統と連系して常時運転される発電機21と、負荷31と、受電電力をゼロにするように発電機を駆動する原動機を制御する発電機制御回路50とからなる電力供給システムに用いる瞬時受電電力制御システム70であって、連系トランス71と、双方向に電力変換する双方向コンバータ72と、電力貯蔵媒体73と、系統電圧と受電電流と双方向コンバータ入力電圧と双方向コンバータ出力電流と直流中間回路電圧と直流中間回路電圧目標値とから、双方向コンバータ72の動作を制御する双方向コンバータ制御回路80とを具備し、負荷の急激な変化が生じたときに受電電力の脈動を生じないように双方向コンバータを制御する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 電力系統に接続された構内配線網と、構内配線網に接続され電力系統と連系して常時運転される発電機と、構内配線網に接続された負荷と、構内配線網に接続された瞬時受電電力制御システムとからなる電力供給システムにおいて、受電電力をゼロにするように発電機を駆動する原動機を運転する発電機運転システムを備え、瞬時受電電力制御システムが、電力系統に並列に接続された連系トランス又は連系リアクトルと、該連系トランス又は連系リアクトルに接続され双方向に電力変換できるPWM制御コンバータ（以下、双方向コンバータという。）、該双方向コンバータにより電力が充放電される電力貯蔵媒体と、双方向コンバータの入力である直流ライン（以下、直流中間回路という）の電圧を検出する直流電圧検出手段と双方向コンバータの入力電圧を検出する双方向コンバータ入力電圧検出手段と、双方向コンバータの出力電流を検出する双方向コンバータ出力電流検出手段と、系統電圧と受電電流と双方向コンバータ入力電圧と双方向コンバータ出力電流と直流中間回路電圧と直流中間回路電圧目標値とから、双方向コンバータの動作を制御する双方向コンバータ制御手段とを有しており、負荷の急激な変化が生じたときに受電電力の脈動を生じないように双方向コンバータを制御することを特徴とする瞬時受電電力制御システム。

【請求項2】 負荷の急激な変化が生じたときに逆潮流側受電電力設定値未満に逆潮流を生じないようにし、かつ、順潮流側受電電力設定値を超えた順潮流を生じないように双方向コンバータを制御することを特徴とする請求項1に記載の瞬時受電電力制御システム。

【請求項3】 双方向コンバータ制御回路が、逆潮流側の受電電力設定手段と順潮流側の受電電力設定手段を有し、受電電力が逆潮流側の受電電力設定値未満の場合は受電電力が逆潮流側の受電電力設定値となり、受電電力が順潮流側の受電電力設定値を超える場合は受電電力が順潮流側の受電電力設定値となり、受電電力が逆潮流側の受電電力設定値以上順潮流側の受電電力の設定値以下の場合は直流中間回路電圧を一定にするように双方向コンバータを制御するように構成されている請求項2に記載の瞬時受電電力制御システム。

【請求項4】 瞬時受電電力制御システムの逆潮流側の受電電力設定値をゼロ未満とし、順潮流側の受電電力設定値をゼロ超とし、発電機の受電電力設定値をゼロとすることを特徴とする請求項2または請求項3に記載の瞬時受電電力制御システム。

【請求項5】 双方向コンバータ制御回路が、逆潮流側の受電電力設定手段、順潮流側の受電電力設定手段と時限設定手段を有し、受電電力が逆潮流側の受電電力設定値未満の場合は受電電力が逆潮流側の受電電力設定値となるように電力を充電し、かつ、該充電電力が時限後にゼロになるようにし、受電電力が順潮流側の受電電力設

定値を超える場合は受電電力が順潮流側の受電電力設定値となるように電力を放電し、かつ、該放電電力が時限後にゼロになるようにし、逆潮流を制限するために双方向コンバータが充電モードである場合以外、および順潮流を制限するために双方向コンバータが放電モードである場合以外は直流中間回路電圧を一定にするように双方向コンバータを制御するように構成されている請求項1または請求項2に記載の瞬時受電電力制御システム。

【請求項6】 双方向コンバータ制御回路が逆潮流側の受電電力不感帯設定手段、順潮流側の受電電力不感帯設定手段を有し逆潮流を制限後、充電電力がゼロになったときには、受電電力が逆潮流側の受電電力不感帯設定値未満の場合に限り再度逆潮流を制限する充電モードに移行し、かつ、順潮流を制限後、放電電力がゼロになったときには、放電電力が順潮流側の受電電力不感帯設定値超の場合に限り再度順潮流を制限する放電モードに移行するように双方向コンバータを制御するように構成されている請求項5に記載の瞬時受電電力制御システム。

【請求項7】 時限値を発電機の受電電力制御が追従できるに足る値以上とする請求項5または請求項6に記載の瞬時受電電力制御システム。

【請求項8】 発電機制御システムが、双方向コンバータ制御回路に組み込まれている請求項1ないし請求項3のいずれか1項に記載の瞬時受電電力制御システム。

【請求項9】 双方向コンバータ制御回路が系統電圧と受電電流から発電機の燃料弁の開度を制御する構成を有する請求項8に記載の瞬時受電電力システム。

【請求項10】 双方向コンバータ制御回路が、発電機の受電電力設定手段を有し、受電電力が逆潮流側の受電電力設定値未満の場合は受電電力+逆潮流側の受電電力設定値となるために必要な双方向コンバータ出力電流目標値に相当する双方向コンバータ出力電力が発電機の受電電力設定値となるように発電機を制御し、受電電力が順潮流側の受電電力設定値を超える場合は受電電力+順潮流側の受電電力目標値となるために必要な双方向コンバータ出力電流目標値に相当する双方向コンバータ出力電力が発電機の受電電力設定値となるように発電機を制御し、受電電力が逆潮流側の受電電力設定値以上順潮流側の受電電力の設定値以下の場合は受電電力が発電機の受電電力設定値となるように発電機を制御するように構成されている請求項8または請求項9に記載の瞬時受電電力制御システム。

【請求項11】 瞬時受電電力制御システムが負荷電流を検出する手段と、負荷電圧を検出する手段と、負荷電流と負荷電圧とから負荷に流入する高調波成分を分離検出する手段を有し、該分離検出された高調波成分をキャンセルするように双方向コンバータを制御するようにした請求項1ないし請求項4のいずれか1項に記載の瞬時受電電力制御システム。

【請求項12】 瞬時受電電力制御システムが負荷電流

を検出する手段と、負荷電圧を検出する手段と、負荷電流と負荷電圧とから負荷に流入する高調波成分を分離検出する手段を有し、該分離検出された高調波成分をキャンセルするように双方向コンバータを制御するようにした請求項5ないし請求項7のいずれか1項に記載の瞬時受電電力制御システム。

【請求項13】 瞬時受電電力制御システムが負荷電流を検出する手段と、負荷電圧を検出する手段と、負荷電流と負荷電圧とから負荷に流入する高調波成分を分離検出する手段を有し、該分離検出された高調波成分をキャンセルするように双方向コンバータを制御するようにした請求項8ないし請求項10のいずれか1項に記載の瞬時受電電力制御システム。

【請求項14】 瞬時受電電力制御システムが直流中間回路電圧を交流に変換するインバータを有し、該インバータに停電を許容しない負荷（以下、重要負荷という）を接続した請求項11または請求項12に記載の瞬時受電電力制御システム。

【請求項15】 瞬時受電電力制御システムが直流中間回路電圧を交流に変換するインバータを有し、該インバータに重要負荷を接続した請求項13に記載の瞬時受電電力制御システム。

【請求項16】 瞬時受電電力制御システムが直流中間回路電圧を交流に変換する直列補償インバータと直列トランスと重要負荷電流検出手段を有し、直列トランスの2次側に直列補償インバータを接続し、電源ラインと重要負荷の間に直列トランスの1次側を直列に接続した請求項11または請求項12に記載の瞬時受電電力制御システム。

【請求項17】 瞬時受電電力制御システムが直流中間回路電圧を交流に変換する直列補償インバータと直列トランスと重要負荷電流検出手段を有し、直列トランスの2次側に直列補償インバータを接続し、電源ラインと重要負荷の間に直列トランスの1次側を直列に接続した請求項13に記載の瞬時受電電力制御システム。

【請求項18】 双方向コンバータ制御回路が時限設定手段と、重要負荷電流を補償する手段を有し、該重要負荷電流補償手段は双方向コンバータ入力電圧と重要負荷電流と該時限設定手段により設定される時限值から重要負荷に流入する電流の無効成分、不平衡成分、高調波成分、有効電流の変動分を分離検出するとともに該無効成分、該不平衡成分、該高調波成分をキャンセルし、該有効電流の変動分をキャンセルし時限後にゼロとなるために必要な双方向コンバータから出力すべき電流を演算し、この演算値に基づき双方向コンバータを制御することを特徴とする請求項16に記載の瞬時受電電力制御システム。

【請求項19】 双方向コンバータ制御回路が時限設定手段と、重要負荷電流を補償する手段を有し、該重要負荷電流補償手段は双方向コンバータ入力電圧と重要負荷

電流と該時限設定手段により設定される時限值から重要負荷に流入する電流の無効成分、不平衡成分、高調波成分、有効電流の変動分を分離検出するとともに該無効成分、該不平衡成分、該高調波成分をキャンセルし、該有効電流の変動分をキャンセルし時限後にゼロとなるために必要な双方向コンバータから出力すべき電流を演算し、この演算値に基づき双方向コンバータを制御することを特徴とする請求項17に記載の瞬時受電電力制御システム。

【請求項20】 時限値を発電機の応答速度よりも遅い（大きい）数値とする請求項18に記載の瞬時受電電力制御システム。

【請求項21】 時限値を発電機の応答速度よりも遅い（大きい）数値とする請求項19に記載の瞬時受電電力制御システム。

【請求項22】 瞬時受電電力制御システムが直流中間回路電圧を交流に変換するインバータを有し、該インバータに重要負荷を接続した請求項5ないし請求項7のいずれか1項に記載の瞬時受電電力制御システム。

【請求項23】 瞬時受電電力制御システムが直流中間回路電圧を交流に変換する直列補償インバータと直列トランスと重要負荷電流検出手段を有し、直列トランスの2次側に直列補償インバータを接続し、電源ラインと重要負荷の間に直列トランスの1次側を直列に接続した請求項5ないし請求項7のいずれか1項に記載の瞬時受電電力制御システム。

【請求項24】 双方向コンバータ制御回路が時限設定手段と、重要負荷電流を補償する手段を有し、該重要負荷電流補償手段は双方向コンバータ入力電圧と重要負荷電流と該時限設定手段により設定される時限值から重要負荷に流入する電流の無効成分、不平衡成分、高調波成分、有効電流の変動分を分離検出するとともに該無効成分、該不平衡成分、該高調波成分をキャンセルし、該有効電流の変動分をキャンセルし時限後にゼロとなるために必要な双方向コンバータから出力すべき電流を演算し、この演算値に基づき双方向コンバータを制御することを特徴とする請求項23に記載の瞬時受電電力制御システム。

【請求項25】 時限値を発電機の応答速度よりも遅い（大きい）数値とする請求項24に記載の瞬時受電電力制御システム。

【請求項26】 瞬時受電電力制御システムが半導体スイッチを有し、該半導体スイッチと連系トランス又は連系リアクトルの間に重要負荷を接続した請求項12に記載の瞬時受電電力制御システム。

【請求項27】 瞬時受電電力制御システムが双方向コンバータ入力電圧の電圧低下又は周波数低下を検出して半導体スイッチを瞬時に解放するとともに双方向コンバータの制御モードを電流制御モードから電圧制御モードに切り替え重要負荷に無停電で電力供給する請求項26

に記載の瞬時受電電力制御システム。

【請求項28】 双方向コンバータ制御回路が瞬低検出手段、入力電圧基準値設定手段、入力周波数基準値設定手段、入力電圧制御手段、電流制御と電圧制御を切り替える手段を有し、双方向コンバータ入力電圧の電圧低下又は周波数低下を瞬低検出手段により検出すると、半導体スイッチを瞬時に解放するとともに双方向コンバータの制御モードを電流制御モードから電圧制御モードに切り替え、電圧制御モードにおいては双方向コンバータ入力電圧を入力電圧基準値設定値および入力周波数基準値設定値になるために必要な双方向コンバータから出力すべき電流を演算し、この演算値に基づき双方向コンバータを制御することを特徴とする請求項27に記載の瞬時受電電力制御システム。

【請求項29】 瞬時受電電力制御システムが半導体スイッチを有し、該半導体スイッチと連系トランス又は連系リアクトルの間に重要負荷を接続した請求項5ないし請求項7のいずれか1項に記載の瞬時受電電力制御システム。

【請求項30】 瞬時受電電力制御システムが双方向コンバータ入力電圧の電圧低下又は周波数低下を検出して半導体スイッチを瞬時に解放するとともに双方向コンバータの制御モードを電流制御モードから電圧制御モードに切り替え重要負荷に無停電で電力供給する請求項29に記載の瞬時受電電力制御システム。

【請求項31】 双方向コンバータ制御回路が瞬低検出手段、入力電圧基準値設定手段、入力周波数基準値設定手段、入力電圧制御手段、電流制御と電圧制御を切り替える手段を有し、双方向コンバータ入力電圧の電圧低下又は周波数低下を瞬低検出手段により検出すると、半導体スイッチを瞬時に解放するとともに双方向コンバータの制御モードを電流制御モードから電圧制御モードに切り替え、電圧制御モードにおいては双方向コンバータ入力電圧を入力電圧基準値設定値および入力周波数基準値設定値になるために必要な双方向コンバータから出力すべき電流を演算し、この演算値に基づき双方向コンバータを制御することを特徴とする請求項30に記載の瞬時受電電力制御システム。

【請求項32】 高サイクル寿命で、かつ、出力密度の高い電力貯蔵手段を用いた請求項1ないし請求項7、請求項11、請求項12、請求項14、請求項16、請求項18、請求項20、請求項22ないし請求項31のいずれか1項に記載の瞬時受電電力制御システム。

【請求項33】 高サイクル寿命で、かつ、出力密度の高い電力貯蔵手段を用いた請求項8ないし請求項10、請求項13、請求項15、請求項17、請求項19、請求項21のいずれか1項に記載の瞬時受電電力制御システム。

【請求項34】 電力貯蔵手段としてコンデンサ、電気二重層コンデンサ、フライホイールまたは超電導電力貯

蔵を用いた請求項1ないし請求項7、請求項11、請求項12、請求項14、請求項16、請求項18、請求項20、請求項22ないし請求項31のいずれか1項に記載の瞬時受電電力制御システム。

【請求項35】 電力貯蔵手段としてコンデンサ、電気二重層コンデンサ、フライホイールまたは超電導電力貯蔵を用いた請求項8ないし請求項10、請求項13、請求項15、請求項17、請求項19、請求項21のいずれか1項に記載の瞬時受電電力制御システム。

【請求項36】 双方向コンバータ制御回路の直流中間回路電圧を一定にする制御時定数（例えば積分時定数）、双方向コンバータ制御回路の受電電力の脈動を制限する制御時定数（例えば積分時定数）、発電機制御回路の発電機の受電電力を目標値にする制御時定数（例えば積分時定数）の間に双方向コンバータ制御回路の直流中間回路電圧を一定にする制御時定数（例えば積分時定数）>発電機制御回路の発電機の受電電力を目標値にする制御時定数（例えば積分時定数）>双方向コンバータ制御回路の受電電力の脈動を制限する制御時定数（例えば積分時定数）の関係がある請求項1ないし請求項7、請求項11、請求項12、請求項14、請求項16、請求項18、請求項20、請求項22ないし請求項32、請求項34のいずれか1項に記載の瞬時受電電力制御システム。

【請求項37】 双方向コンバータ制御回路の直流中間回路電圧を一定にする制御時定数（例えば積分時定数）、双方向コンバータ制御回路の受電電力の脈動を制限する制御時定数（例えば積分時定数）、双方向コンバータ制御回路の発電機の受電電力を目標値にする制御時定数（例えば積分時定数）の間に双方向コンバータ制御回路の直流中間回路電圧を一定にする制御時定数（例えば、積分時定数）>双方向コンバータ制御回路の発電機の受電電力を目標値にする制御時定数（例えば、積分時定数）>双方向コンバータ制御回路の受電電力の脈動を制限する制御時定数（例えば、積分時定数）の関係がある請求項8ないし請求項10、請求項13、請求項15、請求項17、請求項19、請求項21、請求項33、請求項35のいずれか1項に記載の瞬時受電電力制御システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ガスエンジンまたはガスタービンで駆動される自家用発電機を電力系統と連系させ、負荷に電力供給し、自家用発電機で不足する負荷の電力を電力系統から供給するようにした、いわゆる系統連系運転を行う電力供給システムにおいて、負荷の急変によって電力系統間に発生する電力脈動による電力の品質の低下を阻止するようにした逆潮流が認められる場合の瞬時受電電力制御システムおよび瞬時受電電力制御システムを備えた無停電電源システムに関する。

【0002】

【従来の技術】従来、負荷に電力を供給する給電システムとして、ガスエンジンまたはガスタービンで駆動される自家発電機を電力系統と連系させて負荷に電力を供給し、自家発電機で不足する負荷の電力を電力系統から供給するようにした、いわゆる系統連系運転が盛んに行われている。

【0003】このような電力供給システムにおいて、電気事業法では、系統連系運転において、電力系統へ電力が逆流するいわゆる逆潮流が認められ、逆潮流電力（自家発電機の余剰電力）を電力会社に販売する場合がある。

【0004】逆潮流が認められるケースでは、逆潮流電力を電力会社に販売することもできるが、電力会社の逆潮流電力（自家発電機の余剰電力）の購入価格が安いので、通常電力会社からの受電電力をゼロにするように発電機を制御し、自家発電機から負荷の全電力を給電している。

【0005】すなわち、負荷電力をPL、発電機出力電力をPG、受電電力をPSとすると、 $PS = PL - PG$ であり、 $PG = PL$ として、PSをゼロにするように発電機の運転を制御している。

【0006】従来の、自家発電機を有する電力供給システムの構成を、図30を用いて説明する。

【0007】従来の自家発電機を有する電力供給システムは、電力系統10と自家発電機21と負荷31を構内配線網41で相互に接続して構成される。

【0008】自家発電機21は、ガスタービンまたはガスエンジン23で常時駆動され、該ガスタービンまたはガスエンジン23の出力は、燃料弁25の開度を制御することによって制御されている。

【0009】燃料弁25の開度は、発電機制御回路50によって、電力系統10からの受電電力を設定値と比較して、必要とする値が演算される。

【0010】燃料弁の開度演算は、電力系統10の系統電圧検出値(VS1)を検出する系統電圧検出器1(PTS1)11と、電力系統からの受電電流検出値(IS1)を検出する受電電流検出器1(CTS1)12と、両検出器からの検出信号(VS1, IS1)を用いて受電電力を演算する発電機用受電電力演算回路51と、受電電力を用いて燃料弁開度を制御する信号を演算する発電機制御回路50とによって実行される。

【0011】発電機制御回路50は、発電機用受電電力設定器91、発電機用受電電力制御回路53とを有して構成される。

【0012】上記構成を有する電力供給システムにおいて、自家発電機の受電電力制御方法を説明する。

【0013】この電力供給システムにおいては、自家発電機21を駆動する内燃機関のガスエンジンまたはガスタービン23への燃料供給系統に設ける燃料弁25の

開度を、発電機用受電電力制御演算回路53によって調整し、発電機出力電力を制御する。

【0014】発電機用受電電力演算回路51は、電力系統10から構内配線網41への電力供給ラインに設けられる系統電圧検出器1(PTS1)11から検出される系統電圧検出値(VS1)および電力系統10から構内配線網41への電力供給ラインに設けられる受電電流検出器1(CTS1)12から検出される受電電流検出値(IS1)を入力とし、受電電力を演算する。以下演算された値を受電電力検出値1(PS1)という。

【0015】発電機用受電電力設定器91は、適切な受電電力値(ゼロ)を設定する。以下設定された受電電力を発電機用受電電力目標値(PS1*)という。

【0016】発電機用受電電力制御演算回路53は、発電機用受電電力目標値(PS1*)と受電電力検出値1(PS1)から受電電力検出値1(PS1)が発電機用受電電力目標値(PS1*)になるような燃料弁の開度を演算する。以下演算された開度を燃料弁開度指令値という。

【0017】発電機用受電電力制御演算回路53の構成方法は数多く存在するが、代表的な発電機用受電電力制御演算回路53は、減算器531と、発電機用受電電力制御回路(APR(PS1))532とから構成される。

【0018】減算器531では、受電電力検出値1(PS1)から発電機用受電電力目標値(PS1*)を減算し、その偏差信号(以下、発電機用受電電力偏差信号(ES1)という)を、例えばPI制御回路を用いて構成される発電機用受電電力制御回路(APR(PS1))532に入力し、燃料弁開度指令値としている。

【0019】燃料弁25は、燃料弁開度指令値に基づき燃料弁25の開度を燃料弁開度指令値に調整する。

【0020】以上の制御動作により、受電電力は発電機用受電電力目標値(PS1*)に制御される。

【0021】以下、この動作を図31を用いて説明する。図31(A)は負荷電力(PL)と発電機出力電力(PG)の関係を、図31(B)は発電機用受電電力目標値(PS1*)と受電電力検出値1(PS1)の関係を、図31(C)は発電機用受電電力偏差信号(ES1)をそれぞれ示している。

【0022】今、図31(A)に示すように、負荷電力が時刻T1に急減し、時刻T2に元に戻ったとする。時刻T1に負荷電力がPLhからPLLに急減すると、発電機出力電力(PG)はこれに追従するように制御されるが各種の遅れ要素が存在することから、発電機出力電力(PG)は時刻T1ではPGhのままであり、受電電力検出値1(PS1)は、図31(B)に示すように $PLL - PGh < 0$ になり逆潮流が発生する。

【0023】発電機用受電電力偏差信号(ES1)は、図31(C)に示すようにこのとき大きくマイナス側に

ふれる。

【0024】この信号を元に発電機用受電電力制御回路 (APR (PS1)) 532の働きにより燃料弁25の開度は閉まる方向に作用し、その結果発電機出力電力が減少し、徐々に受電電力は目標値へと調整される。なお、発電機用受電電力偏差信号 (ES1) も徐々にゼロになる。

【0025】時刻T2に負荷電力 (PL) が元の値PLhに戻ったときには今までの逆の動作を行うことになる。

【0026】以上の説明により、受電電力には脈動が生じることになる。

【0027】ところで、平成6年度に高圧または特別高圧受電する需要家の高調波ガイドラインが制定され、需要家から電力系統へ流出する高調波電流が規制されており、これを反映して需要家にアクティブフィルタを設置するケースが増加しつつある。

【0028】アクティブフィルタとは、負荷電流のうち、負荷から流出する高調波電流を分離検出して、双方向に電力変換できるPWM制御コンバータから分離検出した高調波電流と全く逆位相の電流を出力し、該高調波電流を相殺するシステムである。

【0029】近年の情報化社会を反映して、情報機器等には、無停電電源装置 (uninterruptible power supply: UPS) がしばしば用いられている。

【0030】上記のような従来の電力供給システムにおいては、図31で説明したように受電電力の電力脈動が大きく、構内配線網の電圧変動が大きくなり、著しい場合は負荷が運転できなくなるといった問題点があり改善が望まれていた。

【0031】また、構内配線網の電圧変動は電力系統側にも影響し、電力系統の電圧変動が生じ、電力系統が脆弱な場合はその影響がことに顕著であり、改善が望まれていた。

【0032】さらに、従来の技術では、受電電力の電力脈動を制限する瞬時受電電力制御システムと、高調波電流を相殺するアクティブフィルタが別々の装置であったことから、設置する設備全体が大規模になり、広い設置面積と高額の設置費用を要するなど多くの改善すべき課題を擁していた。

【0033】さらに、従来の技術では、受電電力の電力脈動を制限する瞬時受電電力制御システムと、無停電電源装置 (UPS) が別々の装置であったことから、設置する設備全体が大規模になり広い設置面積と高額の設置費用を要するなど多くの改善すべき課題を擁していた。

【0034】従来の技術では、受電電力の電力脈動を制限する瞬時受電電力制御システムと、高調波電流を相殺するアクティブフィルタと、無停電電源装置 (UPS) が別々の装置であったことから、設置する設備全体が大規模になり広い設置面積と高額の設置費用を要する

など多くの改善すべき課題を擁していた。

【0035】従来技術は、瞬時受電電力制御システムの電力貯蔵手段に蓄電池が用いられていた。図31に示すように負荷変動が瞬時に起こるのに対して発電機の受電電力の制御が秒オーダーであるために受電電力が秒オーダーで脈動する。また、負荷変動は常時発生しており、その結果、受電電力の脈動も常時発生している。発明者が試算した例によると一億回/15年にも達する。したがって、受電電力の脈動を吸収するために電力貯蔵手段としては秒オーダーの充放電を数多く行うことになる。蓄電池などの電力貯蔵手段は内部抵抗が大きく、充放電を繰り返すと温度が上昇し蓄電池の劣化を加速させる。また、蓄電池のサイクル寿命は高々2000回程度であり、短時間で寿命に達してしまう。よって、蓄電池の交換が頻繁に発生することになり実用的ではなかった。また、蓄電池の交換は高額な費用が必要であり改善が望まれていた。

【0036】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上記の問題を解決した瞬時受電電力制御システムを提供することを目的とする。

【0037】すなわち、本発明は、受電電力の電力脈動を制限する瞬時受電電力制御システムを提供し、もって電力の品質の低下を阻止することを目的とする。

【0038】また、本発明は、瞬時受電電力制御システムとアクティブフィルタの機能を同時に満たすことによって、広い設置面積と高額な設置費用を必要としない瞬時受電電力制御システムを提供することを目的とする。

【0039】本発明は、瞬時受電電力制御システムと無停電電源装置の機能を同時に満たすことによって、広い設置面積と高額な設置費用を必要としない瞬時受電電力制御システムを提供することを目的とする。

【0040】さらに、本発明は、瞬時受電電力制御システム、アクティブフィルタおよび無停電電源装置の機能を同時に満たすことによって、広い設置面積と高額な設置費用を必要としない瞬時受電電力制御システムを提供することを目的とする。

【0041】本発明は、電力貯蔵手段の交換回数を削減することによって、実用的な瞬時受電電力制御システムを提供することを目的とする。

【0042】本発明は、電力貯蔵手段の交換回数を削減することによって、電力貯蔵手段の交換費用を削減することを目的とする。

【0043】

【課題を解決するための手段】電力系統に接続された構内配線網と、構内配線網に接続され電力系統と連系して常時運転される発電機と、構内配線網に接続された負荷と、構内配線網に接続された瞬時受電電力制御システムとからなる電力供給システムにおいて、受電電力をゼロにするように発電機を駆動する原動機を運転する発電機

運転システムを備え、瞬時受電電力制御システムが、電力系統に並列に接続された連系トランス又は連系リアクトルと、該連系トランス又は連系リアクトルに接続された双方向コンバータと、該双方向コンバータにより電力が充放電される電力貯蔵媒体と、直流中間回路の電圧を検出する直流電圧検出手段と双方向コンバータの入力電圧を検出する双方向コンバータ入力電圧検出手段と、双方向コンバータの出力電流を検出する双方向コンバータ出力電流検出手段と、系統電圧と受電電流と双方向コンバータ入力電圧と双方向コンバータ出力電流と直流中間回路電圧と直流中間回路電圧目標値とから、双方向コンバータの動作を制御する双方向コンバータ制御手段とを有しており、負荷の急激な変化が生じたときに受電電力の脈動を生じないように双方向コンバータを制御するようにした。

【0044】上記瞬時受電電力制御システムにおいて、負荷の急激な変化が生じたときに逆潮流側受電電力設定値未満に逆潮流を生じないようにし、かつ、順潮流側受電電力設定値を超えた順潮流を生じないように双方向コンバータを制御するようにした。

【0045】上記瞬時受電電力制御システムにおいて、双方向コンバータ制御回路が、逆潮流側の受電電力設定手段と順潮流側の受電電力設定手段を有し、受電電力が逆潮流側の受電電力設定値未満の場合は受電電力が逆潮流側の受電電力設定値となり、受電電力が順潮流側の受電電力設定値を超える場合は受電電力が順潮流側の受電電力設定値となり、受電電力が逆潮流側の受電電力設定値以上順潮流側の受電電力の設定値以下の場合は直流中間回路電圧を一定にするように双方向コンバータを制御するように構成した。

【0046】上記瞬時受電電力制御システムにおいて、瞬時受電電力制御システムの逆潮流側の受電電力設定値をゼロ未満とし、順潮流側の受電電力設定値をゼロ超とし、発電機の受電電力設定値をゼロとする。

【0047】上記瞬時受電電力制御システムにおいて、双方向コンバータ制御回路が、逆潮流側の受電電力設定手段、順潮流側の受電電力設定手段と時限設定手段を有し、受電電力が逆潮流側の受電電力設定値未満の場合は受電電力が逆潮流側の受電電力設定値となるように電力を充電し、かつ、該充電電力が時限後にゼロになるようにし、受電電力が順潮流側の受電電力設定値を超える場合は受電電力が順潮流側の受電電力設定値となるように電力を放電し、かつ、該放電電力が時限後にゼロになるようにし、逆潮流を制限するために双方向コンバータが充電モードである場合以外、および順潮流を制限するために双方向コンバータが放電モードである場合以外は直流中間回路電圧を一定にするように双方向コンバータを制御するように構成した。

【0048】上記瞬時受電電力制御システムにおいて、双方向コンバータ制御回路が逆潮流側の受電電力不感帯

設定手段、順潮流側の受電電力不感帯設定手段を有し逆潮流を制限後、充電電力がゼロになったときには、受電電力が逆潮流側の受電電力不感帯設定値未満の場合に限り再度逆潮流を制限する充電モードに移行し、かつ、順潮流を制限後、放電電力がゼロになったときには、放電電力が順潮流側の受電電力不感帯設定値超の場合に限り再度順潮流を制限する放電モードに移行するように双方向コンバータを制御するように構成した。

【0049】上記瞬時受電電力制御システムにおいて、時限値を発電機の受電電力制御が追従できるに足る値以上とする。

【0050】上記瞬時受電電力制御システムにおいて、発電機制御システムを、双方向コンバータ制御回路に組み込んだ。

【0051】上記瞬時受電電力制御システムにおいて、双方向コンバータ制御回路が系統電圧と受電電流から発電機の燃料弁の開度を制御するように構成した。

【0052】上記瞬時受電電力制御システムにおいて、双方向コンバータ制御回路が、発電機の受電電力設定手段を有し、受電電力が逆潮流側の受電電力設定値未満の場合は受電電力+逆潮流側の受電電力設定値となるために必要な双方向コンバータ出力電流目標値に相当する双方向コンバータ出力電力が発電機の受電電力設定値となるように発電機を制御し、受電電力が順潮流側の受電電力設定値を超える場合は受電電力+順潮流側の受電電力目標値となるために必要な双方向コンバータ出力電流目標値に相当する双方向コンバータ出力電力が発電機の受電電力設定値となるように発電機を制御し、受電電力が逆潮流側の受電電力設定値以上順潮流側の受電電力の設定値以下の場合は受電電力が発電機の受電電力設定値となるように発電機を制御するように構成した。

【0053】上記瞬時受電電力制御システムにおいて、瞬時受電電力制御システムが負荷電流を検出する手段と、負荷電圧を検出する手段と、負荷電流と負荷電圧とから負荷に流入する高調波成分を分離検出する手段を有し、該分離検出された高調波成分をキャンセルするように双方向コンバータを制御するようにした。

【0054】上記瞬時受電電力制御システムにおいて、瞬時受電電力制御システムが直流中間回路電圧を交流に変換するインバータを有し、該インバータに重要負荷を接続した。

【0055】上記瞬時受電電力制御システムにおいて、瞬時受電電力制御システムが直流中間回路電圧を交流に変換する直列補償インバータと直列トランスと重要負荷電流検出手段を有し、直列トランスの2次側に直列補償インバータを接続し、電源ラインと重要負荷の間に直列トランスの1次側を直列に接続した。

【0056】上記瞬時受電電力制御システムにおいて、双方向コンバータ制御回路が時限設定手段と、重要負荷電流を補償する手段を有し、該重要負荷電流補償手段は

双方向コンバータ入力電圧と重要負荷電流と該時限設定手段により設定される時限值から重要負荷に流入する電流の無効成分、不平衡成分、高調波成分、有効電流の変動分を分離検出するとともに該無効成分、該不平衡成分、該高調波成分をキャンセルし、該有効電流の変動分をキャンセルし時限後にゼロとなるために必要な双方向コンバータから出力すべき電流を演算し、この演算値に基づき双方向コンバータを制御する。

【0057】上記瞬時受電電力制御システムにおいて、時限值を発電機の応答速度よりも遅い（大きい）数値とする。

【0058】上記瞬時受電電力制御システムにおいて、瞬時受電電力制御システムが直流中間回路電圧を交流に変換するインバータを有し、該インバータに重要負荷を接続した。

【0059】上記瞬時受電電力制御システムにおいて、瞬時受電電力制御システムが直流中間回路電圧を交流に変換する直列補償インバータと直列トランスと重要負荷電流検出手段を有し、直列トランスの2次側に直列補償インバータを接続し、電源ラインと重要負荷の間に直列トランスの1次側を直列に接続した。

【0060】上記瞬時受電電力制御システムにおいて、双方向コンバータ制御回路が時限設定手段と、重要負荷電流を補償する手段を有し、該重要負荷電流補償手段は双方向コンバータ入力電圧と重要負荷電流と該時限設定手段により設定される時限值から重要負荷に流入する電流の無効成分、不平衡成分、高調波成分、有効電流の変動分を分離検出するとともに該無効成分、該不平衡成分、該高調波成分をキャンセルし、該有効電流の変動分をキャンセルし時限後にゼロとなるために必要な双方向コンバータから出力すべき電流を演算し、この演算値に基づき双方向コンバータを制御する。

【0061】上記瞬時受電電力制御システムにおいて、時限值を発電機の応答速度よりも遅い（大きい）数値とする。

【0062】上記瞬時受電電力制御システムにおいて、瞬時受電電力制御システムが半導体スイッチを有し、該半導体スイッチと連系トランス又は連系リアクトルの間に重要負荷を接続した。

【0063】上記瞬時受電電力制御システムにおいて、瞬時受電電力制御システムが双方向コンバータ入力電圧の電圧低下又は周波数低下を検出して半導体スイッチを瞬時に解放するとともに双方向コンバータの制御モードを電流制御モードから電圧制御モードに切り替え重要負荷に無停電で電力供給する。

【0064】上記瞬時受電電力制御システムにおいて、双方向コンバータ制御回路が瞬低検出手段、入力電圧基準値設定手段、入力周波数基準値設定手段、入力電圧制御手段、電流制御と電圧制御を切り替える手段を有し、双方向コンバータ入力電圧の電圧低下又は周波数低下を

瞬低検出手段により検出すると、半導体スイッチを瞬時に解放するとともに双方向コンバータの制御モードを電流制御モードから電圧制御モードに切り替え、電圧制御モードにおいては双方向コンバータ入力電圧を入力電圧基準値設定値および入力周波数基準値設定値になるために必要な双方向コンバータから出力すべき電流を演算し、この演算値に基づき双方向コンバータを制御する。

【0065】上記瞬時受電電力制御システムにおいて、瞬時受電電力制御システムが半導体スイッチを有し、該半導体スイッチと連系トランス又は連系リアクトルの間に重要負荷を接続した。

【0066】上記瞬時受電電力制御システムにおいて、瞬時受電電力制御システムが双方向コンバータ入力電圧の電圧低下又は周波数低下を検出して半導体スイッチを瞬時に解放するとともに双方向コンバータの制御モードを電流制御モードから電圧制御モードに切り替え重要負荷に無停電で電力供給する。

【0067】上記瞬時受電電力制御システムにおいて、双方向コンバータ制御回路が瞬低検出手段、入力電圧基準値設定手段、入力周波数基準値設定手段、入力電圧制御手段、電流制御と電圧制御を切り替える手段を有し、双方向コンバータ入力電圧の電圧低下又は周波数低下を瞬低検出手段により検出すると、半導体スイッチを瞬時に解放するとともに双方向コンバータの制御モードを電流制御モードから電圧制御モードに切り替え、電圧制御モードにおいては双方向コンバータ入力電圧を入力電圧基準値設定値および入力周波数基準値設定値になるために必要な双方向コンバータから出力すべき電流を演算し、この演算値に基づき双方向コンバータを制御する。

【0068】上記瞬時受電電力制御システムにおいて、高サイクル寿命で、かつ、出力密度の高い電力貯蔵手段を用いた。

【0069】上記瞬時受電電力制御システムにおいて、電力貯蔵手段としてコンデンサ、電気二重層コンデンサ、フライホイールまたは超電導電力貯蔵を用いた。

【0070】上記瞬時受電電力制御システムにおいて、双方向コンバータ制御回路の直流中間回路電圧を一定にする制御時定数（例えば積分時定数）、双方向コンバータ制御回路の受電電力の脈動を制限する制御時定数（例えば積分時定数）、発電機制御回路の発電機の受電電力を目標値にする制御時定数（例えば積分時定数）の間に双方向コンバータ制御回路の直流中間回路電圧を一定にする制御時定数（例えば積分時定数）＞発電機制御回路の発電機の受電電力を目標値にする制御時定数（例えば積分時定数）＞双方向コンバータ制御回路の受電電力の脈動を制限する制御時定数（例えば積分時定数）の関係を持たせた。

【0071】上記瞬時受電電力制御システムにおいて、双方向コンバータ制御回路の直流中間回路電圧を一定にする制御時定数（例えば積分時定数）、双方向コンバー

タ制御回路の受電電力の脈動を制限する制御時定数（例えば積分時定数）、双方向コンバータ制御回路の発電機の受電電力を目標値にする制御時定数（例えば積分時定数）の間に双方向コンバータ制御回路の直流中間回路電圧を一定にする制御時定数（例えば、積分時定数）＜双方向コンバータ制御回路の発電機の受電電力を目標値にする制御時定数（例えば、積分時定数）＞双方向コンバータ制御回路の受電電力の脈動を制限する制御時定数（例えば、積分時定数）の関係を持たせた。

【0072】

【発明の実施の形態】〔第1の実施の形態〕図1を用いて、本発明の第一の実施の形態にかかる瞬時受電電力制御システムの構成を説明する。この実施の形態にかかる受電電力制御システムは、電力系統10と自家発電機21と負荷31を構内配線網41で相互に接続するとともに、さらに構内配線網41に瞬時受電電力制御システム70を接続して構成される。

【0073】この実施の形態における発電機21の制御の形態は、図30に示した従来技術における発電機21の制御の形態と同様である。

【0074】瞬時受電電力制御システム70は、連系トランスまたは連系リアクトル71と、双方向コンバータ72と、電力貯蔵媒体73と、直流中間回路の電圧を検出する直流中間回路電圧検出器(VSDC)74と、双方向コンバータ制御回路80と、双方向コンバータの入力ラインに設置される双方向コンバータ出力電流検出器(CTC)16と、双方向コンバータ入力電圧検出器(PTI)15とを有して構成される。

【0075】双方向コンバータ制御回路80は、系統電圧検出器2(PTS2)13から出力される系統電圧検出値(VS2)と、受電電流検出器2(CTS2)14から出力される受電電流検出値(IS2)、直流中間回路電圧検出器74からの直流中間回路電圧検出値(EDC)、直流中間回路電圧目標値(EDC*)、双方向コンバータ出力電流検出器(CTC)16からの双方向コンバータ出力電流検出値(IC)と、双方向コンバータ入力電圧検出器(PTI)15からの双方向コンバータ入力電圧検出値(VI)が入力され双方向コンバータ72の動作を制御する。

【0076】図2に示すように、双方向コンバータ制御回路80は、瞬時受電電力制御システム用受電電力演算回路81と、受電電流補償電流演算回路82と、直流中間回路電圧補償電流演算回路83と、双方向コンバータ出力電流制御演算回路84と、双方向コンバータ出力電圧指令演算回路85と、PWM制御回路861と、キャリア信号発生回路862と、ゲートドライブ回路863と、瞬時受電電力制御システム用順潮流側受電電力設定器92と、瞬時受電電力制御システム用逆潮流側受電電力設定器93とを有して構成される。

【0077】瞬時受電電力制御システム70による双方

向コンバータ72の制御の方法を図2を用いて以下に説明する。

【0078】瞬時受電電力制御システム用受電電力演算回路81においては、系統電圧検出器2(PTS2)13から検出した系統電圧検出値(VS2)および受電電流検出器2(CTS2)14から検出した受電電流検出値(IS2)を用いて受電電力（以下、受電電力検出値2(PS2)という）を演算する。

【0079】直流中間回路電圧補償電流演算回路83においては、直流中間回路電圧を一定にするために直流中間回路電圧目標値(EDC*)と直流中間回路電圧検出器(VSDC)74から検出された直流中間回路電圧検出値(EDC)から直流中間回路電圧を一定にするのに必要な双方向コンバータから出力すべき有効電流（以下、直流中間回路電圧補償有効電流という）を演算する。

【0080】受電電流補償電流演算回路82においては、瞬時受電電力制御システム用逆潮流側受電電力設定器93により設定された瞬時受電電力制御システム用逆潮流側受電電力目標値(PS2*(-))（ゼロ未満）、受電電力検出値2(PS2)、直流中間回路電圧補償有効電流から、受電電力検出値2(PS2)が瞬時受電電力制御システム用逆潮流側受電電力目標値(PS2*(-))未満の場合は、受電電力検出値2(PS2)が瞬時受電電力制御システム用逆潮流側受電電力目標値(PS2*(-))となるために必要な双方向コンバータ72から出力すべき電流を演算する。以下演算された電流を双方向コンバータ出力電流目標値という。

【0081】瞬時受電電力制御システム用順潮流側受電電力設定器92により設定された瞬時受電電力制御システム用順潮流側受電電力目標値(PS2*(+))（ゼロ超）、受電電力検出値2(PS2)、直流中間回路電圧補償有効電流から、受電電力検出値2(PS2)が瞬時受電電力制御システム用順潮流側受電電力目標値(PS2*(+))を超える場合は、受電電力検出値2(PS2)が瞬時受電電力制御システム用順潮流側受電電力目標値(PS2*(+))となるために双方向コンバータ72から出力すべき電流を演算し、双方向コンバータ出力電流目標値とする。

【0082】また、受電電力検出値2(PS2)が瞬時受電電力制御システム用逆潮流側受電電力目標値(PS2*(-))以上、瞬時受電電力制御システム用順潮流側受電電力目標値(PS2*(+))以下の場合は、直流中間回路電圧を一定に保つのに必要な電流を演算し、双方向コンバータ出力電流目標値とする。

【0083】双方向コンバータ出力電流制御演算回路84においては双方向コンバータ出力電流目標値と双方向コンバータ出力電流検出器(CTC)16から検出された双方向コンバータ出力電流検出値(IC)から両者の偏差がゼロになるために必要な双方向コンバータ出力電

圧の変化分（以下、双方向コンバータ出力電圧変化分指令という）を演算する。

【0084】双方向コンバータ出力電圧指令演算回路85においては双方向コンバータ出力電圧変化分指令と双方向コンバータ入力電圧検出器（PTI）15から検出された双方向コンバータ入力電圧検出値（VI）から双方向コンバータの出力電圧指令が演算される。

【0085】PWM制御回路861は双方向コンバータの出力電圧指令とキャリア信号発生回路862からのキャリア信号との比較を行い、双方向コンバータを構成するスイッチング素子ブリッジのスイッチング信号を出力する。

【0086】ゲートドライブ回路863はこのスイッチング信号に基づきスイッチング素子ブリッジに駆動パワーを供給する。

【0087】直流中間回路電圧補償電流演算回路83の制御時定数（例えば、積分時定数）Aと、受電電流補償電流演算回路82の制御時定数（例えば、積分時定数）Bと、発電機用受電電力制御演算回路53の制御時定数（例えば、積分時定数）Cとの間には、 $A > C > B$ の関係を持たせている。その理由を以下に説明する。

【0088】瞬時受電電力制御システムとは、発電機21の出力電力の制御速度が負荷電力の変化の速度に追従できないときに受電電力に脈動を生じるという問題に対して、その脈動を吸収することにより解決しようとするシステムである。したがって、発電機21の出力電力の制御速度より瞬時受電電力制御システムの制御速度を速くしなければならない。よって、発電機用受電電力制御演算回路53の制御時定数（例えば、積分時定数）Cを受電電力補償電流演算回路82の制御時定数（例えば、積分時定数）Bより大とする（ $C > B$ ）必要がある。

【0089】直流中間回路電圧補償電流演算回路83の制御時定数（例えば、積分時定数）Aを、受電電流補償電流演算回路82の制御時定数（例えば、積分時定数）Bより大とする（ $A > B$ ）理由は、以下のとおりである。

【0090】受電電力検出値2（PS2）が瞬時受電電力制御システム用逆潮流側受電電力目標値（ $PS2 * (-)$ ）を下回ったときに受電電流補償電流演算回路82は、受電電力検出値2（PS2）を瞬時受電電力制御システム用逆潮流側受電電力目標値（ $PS2 * (-)$ ）にすべく双方向コンバータ72へ有効電流を吸収するように動作する。

【0091】このとき、直流中間回路電圧検出値（EDC）は上昇し、直流中間回路電圧補償電流演算回路83は直流中間回路電圧検出値（EDC）を目標値にすべく、双方向コンバータ72から有効電流を出力するように動作する。

【0092】受電電流補償電流演算回路82の動作と直流中間回路電圧補償電流演算回路83の動作は相反する

ことになる。この問題を克服するために直流中間回路電圧補償電流演算回路83の制御時定数Aを受電電流補償電流演算回路82の制御時定数Bに対して大きくしている。このようにすると、受電電流補償電流演算回路82の動作を直流中間回路電圧補償電流演算回路83の動作に対して優先的に行うようになり受電電流補償電流演算回路82の動作と直流中間回路電圧補償電流演算回路83の動作が相反する問題点を克服することができる。

【0093】なお、受電電力検出値2（PS2）が瞬時受電電力制御システム用順潮流側受電電力目標値（ $PS2 * (+)$ ）を超えたときにも受電電流補償電流演算回路82の動作と直流中間回路電圧補償電流演算回路83の動作は相反する問題点があるが、同様にして解決可能である。

【0094】直流中間回路電圧補償電流演算回路83の制御時定数（例えば、積分時定数）Aを発電機用受電電力制御演算回路53の制御時定数（例えば、積分時定数）Cより大とする（ $A > C$ ）理由は、図3の説明時に後述する。

【0095】以上の制御動作により受電電力検出値2（PS2）が瞬時受電電力制御システム用逆潮流側受電電力目標値（ $PS2 * (-)$ ）未満の場合は双方向コンバータを優先的に充電モードにし、受電電力検出値2（PS2）を瞬時受電電力制御システム用逆潮流側受電電力目標値（ $PS2 * (-)$ ）に速やかに制限することが出来る。

【0096】また、受電電力検出値2（PS2）が瞬時受電電力制御システム用順潮流側受電電力目標値（ $PS2 * (+)$ ）を超える場合は、双方向コンバータ72を優先的に放電モードにし、受電電力検出値2（PS2）を瞬時受電電力制御システム用順潮流側受電電力目標値（ $PS2 * (+)$ ）に速やかに制限することが出来る。また、受電電力を制限する制御を行っていないときには直流中間回路電圧を一定に保つことが出来る。

【0097】以上の説明は、瞬時受電電力制御システムの構造・制御に係わる説明であり、以下に瞬時受電電力制御システム70と発電機21がどのようにして受電電力を制御するのかを、各機器の電力チャートを示す図3を用いて説明する。図3（A）は負荷電力（PL）を、図3（B）は受電電力（PS）を、図3（C）は発電機用受電電力偏差信号（ES1）を、図3（D）は発電機出力電力（PG）を、図3（E）は直流中間回路電圧（EDC）を、図3（F）は瞬時受電電力制御システム出力電力（PE）をそれぞれ示している。

【0098】時刻T1で負荷が急減したとする。受電電力検出値2（PS2）が、瞬時受電電力制御システム用逆潮流側受電電力目標値（ $PS2 * (-)$ ）未満ゆえに受電電流補償電流演算回路82の働きで、受電電力検出値2（PS2）を瞬時受電電力制御システム用逆潮流側受電電力目標値（ $PS2 * (-)$ ）にすべく双方向コンバ

ータ72へ有効電流を吸収するように動作する。このとき瞬時受電電力制御システム出力電力 (PE) は、マイナスの出力となる。

【0099】受電電力は、瞬時受電電力制御システムの働きで時刻T1から時刻T2の間は瞬時受電電力制御システム用逆潮流側受電電力目標値 ($PS2^*(-)$) に保たれている。

【0100】発電機用受電電力偏差信号 (ES1) は時刻T1から時刻T2の間は瞬時受電電力制御システム用逆潮流側受電電力目標値 ($PS2^*(-)$) に保たれている。なお、瞬時受電電力制御システム用逆潮流側受電電力目標値 ($PS2^*(-)$) はゼロ未満に設定されている。

【0101】この理由は、仮に瞬時受電電力制御システム用逆潮流側受電電力目標値 ($PS2^*(-)$) がゼロ、すなわち、発電機用受電電力目標値 ($PS1^*$) と同じだとすると、発電機用受電電力偏差信号 (ES1) はゼロを維持し続け、発電機用受電電力制御回路 (APR ($PS1$))) 532は機能しない。したがって、発電機の出力が低下しないため、双方向コンバータ72は電力を吸収し続け、やがて直流中間回路過電圧によりトリップし、その結果受電点に電力脈動を発生させてしまうからである。

【0102】瞬時受電電力制御システム用逆潮流側受電電力目標値 ($PS2^*(-)$) をゼロ未満に設定することによって、発電機用受電電力偏差信号 (ES1) は瞬時受電電力制御システム用逆潮流側受電電力目標値 ($PS2^*(-)$) となり、発電機用受電電力制御回路 (APR ($PS1$))) 532が有効に機能することにより、双方向コンバータによる受電電力の制御と発電機による受電電力の制御に協調をもたせ、受電電力の脈動を制限することができ、上記の問題を克服している。

【0103】なお、瞬時受電電力制御システム用順潮流側受電電力目標値 ($PS2^*(+)$) はゼロ超に設定されているが、その理由も同様である。

【0104】上記の発電機用受電電力偏差信号 (ES1) により、発電機用受電電力制御回路 (APR ($PS1$))) 532の働きにより、受電電力を発電機用受電電力目標値 ($PS1^*$) (ゼロ) にすべく発電機の出力電力は徐々に低下する。

【0105】この低下に伴い、瞬時受電電力制御システム出力電力 (PE) は、受電電流補償電流演算回路82の働きで増加し、時刻T2で負荷電力 (PL) - 発電機出力電力 (PG) が、瞬時受電電力制御システム用逆潮流側受電電力目標値 ($PS2^*(-)$) になったときに、瞬時受電電力制御システム出力電力 (PE) はゼロになる。

【0106】直流中間回路電圧は、時刻T1～時刻T2の間は、直流中間回路電圧補償電流演算回路83の制御時定数を受電電流補償電流演算回路82のそれに対して

大きくしているために、受電電流補償電流演算回路82が直流中間回路電圧補償電流演算回路83より優勢に機能するため、双方向コンバータ72が充電モードになり、上昇し続ける。その後、後述するように直流中間回路電圧補償電流演算回路83の機能により時刻T4には直流中間回路電圧が目標値に整定される。

【0107】時刻T2から時刻T5の間は、受電電力検出値2 ($PS2$) が瞬時受電電力制御システム用逆潮流側受電電力目標値 ($PS2^*(-)$) 以上瞬時受電電力制御システム用順潮流側受電電力目標値 ($PS2^*(+)$) 以下ゆえに、受電電流補償電流演算回路82の働きで、直流中間回路電圧を一定に保つように双方向コンバータが機能する。したがって、時刻T1～時刻T2の間上昇した直流中間回路電圧を直流中間回路電圧目標値 (EDC*) にするべく、瞬時受電電力制御システム出力電力 (PE) はプラス (電力を出力する) となる。なお、瞬時受電電力制御システム出力電力は、直流中間回路電圧補償電流演算回路83の制御時定数が大きい (例えば、積分時定数が大きい) ので、徐々に増加し、極大値を迎え、その後徐々に低下し、時刻T4には、直流中間回路電圧が目標値に整定されるので、ゼロになる。

【0108】時刻T2以降の発電機の出力電力は、発電機用受電電力制御演算回路53の働きにより、受電電力 (PS) を発電機用受電電力目標値 ($PS1^*$) にすべく、徐々に低下し、受電電力は徐々に上昇し、時刻T3には受電電力は発電機用受電電力目標値 ($PS1^*$) に整定される。発電機用受電電力偏差信号 (ES1) も同様に時刻T3にはゼロになる。なお、この時に双方向コンバータ72は放電モードとなっており受電電力 (PS) は低下する方向に働き、受電電力 (PS) を発電機用受電電力目標値 ($PS1^*$) へと上昇できなくなる恐れがある。直流中間回路電圧補償電流演算回路83の制御時定数Aを発電機用受電電力制御演算回路53の制御時定数Cに対して大きくしているため、発電機用受電電力制御演算回路53が直流中間回路電圧補償電流演算回路83より優勢に機能するために、発電機による受電電力制御のほうが優勢になり、受電電力 (PS) を発電機用受電電力目標値 ($PS1^*$) へと確実に上昇させることができる。

【0109】以上が、直流中間回路電圧補償電流演算回路83の制御時定数Aを発電機用受電電力制御演算回路53の制御時定数Cに対して大きくしている理由である。

【0110】時刻T3以降においては、直流中間回路電圧補償電流演算回路83の機能により双方向コンバータ72は放電モードとなっており、放電電力は前述のように徐々に低下してくるので、発電機用受電電力制御演算回路53の働きにより、発電機の発電電力は徐々に増加してくる。

【0111】時刻T4には、瞬時受電電力制御システムの出力電力（PE）がゼロなので発電機出力電力（PG）は、負荷電力（PL）となり定常状態に移行する。

【0112】時刻T5において負荷電力が元に戻ったときには、今までの制御動作と全く逆の動作が行われ、チャートとしては丁度上下を反転させた形になる。

【0113】以上により発電機と瞬時受電電力制御システムは協調をとりながら有効に受電電力の脈動を制限することが出来る。なお、発電機の制御系は従来技術と同じなので、発電機には特別の改良は必要がないこともメリットであり、発電機と瞬時受電電力制御システムは自立的・独立的なシステムであるといえる。

【0114】〔第2の実施の形態〕図4～図6を用いて、本発明の第2の実施の形態を説明する。

【0115】この実施の形態は、図1に示したものと同様な構成を有しており、図5に示すように、双方向コンバータ制御回路80において、受電電流補償電流演算回路82に漸減機能を付加し、時限設定手段と不感帯設定手段を設けた点に特徴を有している。

【0116】この実施の形態においては、発電機制御回路50の動作は、第一の実施の形態と同様である。

【0117】この実施の形態にかかる瞬時受電電力制御システムの双方向コンバータ制御回路80は、図5に示すように、時限設定器94と、瞬時受電電力制御システム用順潮流側受電電力不感帯設定器95と、瞬時受電電力制御システム用逆潮流側受電電力不感帯設定器96を新たに設けるとともに、受電電流補償電流演算回路82の入力として、時限設定器94からの時限值Tと、瞬時受電電力制御システム用順潮流側受電電力不感帯設定器95からの瞬時受電電力制御システム用順潮流側受電電力不感帯値（PS2IS（+））と、瞬時受電電力制御システム用逆潮流側受電電力不感帯設定器96からの瞬時受電電力制御システム用逆潮流側受電電力不感帯値（PS2IS（-））が追加される点、および受電電流補償電流演算回路82に漸減機能が付加されている点が第一の実施の形態の瞬時受電電力制御システムと相違している。

【0118】このような構成を有する瞬時受電電力制御システムの制御方法について、図5を用いて説明する。

【0119】図5に示した回路構成において、第1の実施の形態における図2に示した双方向コンバータ制御回路の構成要素と同一の符号を付した構成要素は、受電電流補償電流演算回路82を除き、同様の機能および構成を有しているので共通する部分の詳細な説明は省略する。

【0120】受電電流補償電流演算回路82は漸減機能が付加されており、この受電電流補償電流演算回路82においては、瞬時受電電力制御システム用逆潮流側受電電力設定器93により設定された瞬時受電電力制御システム用逆潮流側受電電力目標値（PS2*（-））、受

電電力検出値2（PS2）、瞬時受電電力制御システム用逆潮流側受電電力不感帯設定器96により設定される瞬時受電電力制御システム用逆潮流側受電電力不感帯値（PS2IS（-））、時限設定器94により設定される時限值（T）、および、直流中間回路電圧補償有効電流から、受電電力検出値2（PS2）が瞬時受電電力制御システム用逆潮流側受電電力目標値（PS2*（-））未満の場合は、受電電力検出値2（PS2）が瞬時受電電力制御システム用逆潮流側受電電力目標値（PS2*（-））となるために必要な双方向コンバータ72から出力すべき電流を演算し、双方向コンバータ出力電流目標値とする。

【0121】なお、受電電力検出値2（PS2）が瞬時受電電力制御システム用逆潮流側受電電力目標値（PS2*（-））となるための電流は時限值T後にゼロになるような機能を有している。

【0122】上述のように、受電電流補償電流演算回路82に漸減機能を付加する理由は以下のとおりである。仮に、漸減機能がない場合は、双方向コンバータ72が電力貯蔵媒体に電力を充電して逆潮流を制限すべき充電モードに移行すると、受電電力は、瞬時受電電力制御システム用逆潮流側受電電力目標値（PS2*（-））に維持されつづけることになる。通常、瞬時受電電力制御システム用逆潮流側受電電力目標値（PS2*（-））は、極力逆潮流を制限するためにゼロ程度に設定されている。すると、発電機用受電電力偏差信号（ES1）もゼロ程度を維持し続け、発電機用受電電力制御回路（ARP（PS1））532は機能しない。したがって、発電機の出力が低下しないため、双方向コンバータ72は電力を吸収しつづけ、やがて直流中間回路過電圧によりトリップし、その結果受電点に電力脈動を発生させてしまう恐れがある。双方向コンバータの充電電力を漸減させることにより、発電機用受電電力制御回路（ARP（PS1））532を有効に機能させることができ、双方向コンバータによる受電電力の制御と発電機による受電電力の制御に協調をもたせ、受電電力の脈動を制限することができ、上記の問題を克服している。

【0123】瞬時受電電力制御システム用順潮流側受電電力設定器92により設定された瞬時受電電力制御システム用順潮流側受電電力目標値（PS2*（+））、受電電力検出値2（PS2）、瞬時受電電力制御システム用順潮流側受電電力不感帯設定器95により設定される瞬時受電電力制御システム用順潮流側受電電力不感帯値（PS2IS（+））、時限設定器94により設定される時限值Tおよび直流中間回路電圧補償有効電流から、受電電力検出値2（PS2）が瞬時受電電力制御システム用順潮流側受電電力目標値（PS2*（+））を超える場合は、受電電力検出値2（PS2）が瞬時受電電力制御システム用順潮流側受電電力目標値（PS2*（+））となるために必要な双方向コンバータ72から

出力すべき電流を演算し、双方向コンバータ出力電流目標値とする。

【0124】なお、受電電力検出値2 (PS2) が瞬時受電電力制御システム用順潮流側受電電力目標値 (PS2* (+)) となるための電流は、時限值T後にゼロになるような機能を有している。これらの理由は、前述と同様である。

【0125】時限值 (T) は、発電機の受電電力制御が追従できるに足る値以上とする。この理由は以下のとおりである。すなわち、時限值 (T) が発電機の受電電力制御が追従できないほど短い場合には、双方向コンバータ72が電力貯蔵媒体73に電力を充電して逆潮流を制限すべき充電モードに移行すると、受電電力 (PS) は、瞬時受電電力制御システム用逆潮流側受電電力目標値 (PS2* (-)) から発電機の受電電力制御が追従できない分大きく低下し、受電電力の脈動を制限することができなくなる恐れがある。時限值 (T) を発電機の受電電力制御が追従できるに足る値以上とすることにより、双方向コンバータによる受電電力の制御と発電機による受電電力の制御に協調をもたせ、受電電力の脈動を制限することができ、上記の問題を克服している。

【0126】また、双方向コンバータ72が電力貯蔵媒体73に電力を充電して逆潮流を制限すべき充電モードに移行すると、充電電力は漸減機能により低下する。発電機21は、発電機制御回路50を用いた受電電力のフィードバック制御を採用しているので、双方向コンバータ72の充電電力の漸減を反映して出力は徐々に低下するが、その低下スピードは原理上双方向コンバータ72の充電電力の漸減スピードよりは遅い。

【0127】したがって、時限值 (T) 後に、双方向コンバータ72の充電電力がゼロになったときには、低下スピードの差分だけ受電電力検出値2 (PS2) は瞬時受電電力制御システム用逆潮流側受電電力目標値 (PS2* (-)) から低下することになり、再度、双方向コンバータ72が逆潮流を制限するために充電モードに移行してしまうという不要動作を避けるために、逆潮流を制限後、充電電力がゼロになったときには、受電電力検出値2 (PS2) が瞬時受電電力制御システム用逆潮流側受電電力不感帯値 (PS2IS (-)) 未満の場合に限り、受電電力検出値2 (PS2) が瞬時受電電力制御システム用逆潮流側受電電力目標値 (PS2* (-)) となるために必要な双方向コンバータ72から出力すべき電流を演算する不感帯機能も有している。

【0128】なお、双方向コンバータ72が電力貯蔵媒体73から電力を放電し順潮流を制限すべき放電モードに移行した時にも同様な問題があり、これを避けるために、順潮流を制限後、双方向コンバータ72の放電電力がゼロになったときには、受電電力検出値2 (PS2) が瞬時受電電力制御システム用順潮流側受電電力不感帯値 (PS2IS (+)) を超える場合に限り、受電電力

検出値2 (PS2) が瞬時受電電力制御システム用順潮流側受電電力目標値 (PS2* (+)) となるために必要な双方向コンバータ72から出力すべき電流を演算する不感帯機能も同様に有している。

【0129】双方向コンバータ72が逆潮流を制限するために双方向コンバータが充電モードである場合以外、および順潮流を制限するために双方向コンバータが放電モードである場合以外には、直流中間回路電圧を一定に保つのに必要な電流を演算し双方向コンバータ出力電流目標値とする。

【0130】そして、直流中間回路電圧補償電流演算回路83の制御時定数 (例えば、積分時定数) Aと、受電電流補償電流演算回路82の制御時定数 (例えば、積分時定数) Bと、発電機用受電電力制御演算回路53の制御時定数 (例えば、積分時定数) Cとの間には、 $A > C > B$ の関係を持たせている。この理由は第1の実施の形態と同様である。

【0131】瞬時受電電力制御システム用順潮流側受電電力目標値 (PS2* (+)) は、ゼロ以上とする。また、瞬時受電電力制御システム用逆潮流側受電電力目標値 (PS2* (-)) はゼロ以下とする。

【0132】以上の制御動作により受電電力検出値2 (PS2) が瞬時受電電力制御システム用逆潮流側受電電力目標値 (PS2* (-)) 未満の場合は双方向コンバータを優先的に充電モードにし、受電電力検出値2 (PS2) を瞬時受電電力制御システム用逆潮流側受電電力目標値 (PS2* (-)) に速やかに制限することが出来る。

【0133】また、受電電力検出値2 (PS2) が瞬時受電電力制御システム用順潮流側受電電力目標値 (PS2* (+)) を超える場合は、双方向コンバータ72を優先的に放電モードにし、受電電力検出値2 (PS2) を瞬時受電電力制御システム用順潮流側受電電力目標値 (PS2* (+)) に速やかに制限することが出来る。また、受電電力を制限する制御を行っていないときには直流中間回路電圧を一定に保つことが出来る。

【0134】以上の説明は瞬時受電電力制御システムの構造・制御に係わる説明であり、以下に、瞬時受電電力制御システムと発電機21がどのようにして受電電力を制御するのかを、各機器の電力チャートを示す図6を用いて説明する。図6 (A) は負荷電力 (PL) を、図6 (B) は受電電力 (PS) を、図6 (C) は発電機用受電電力偏差信号 (ES1) を、図6 (D) は発電機出力電力 (PG) を、図6 (E) は直流中間回路電圧 (EDC) を、図6 (F) は瞬時受電電力制御システム出力電力 (PE) をそれぞれ示している。

【0135】時刻T1で負荷が急減したとする。受電電力検出値2 (PS2) が、瞬時受電電力制御システム用逆潮流側受電電力目標値 (PS2* (-)) 未満ゆえに受電電流補償電流演算回路82の働きで、受電電力検出

値2 (PS2) を瞬時受電電力制御システム用逆潮流受電電力目標値 (PS2*) (－) にすべく双方向コンバータ72へ有効電流を吸収するように動作する。このとき瞬時受電電力制御システム出力電力 (PE) は、マイナスの出力となる。なお、この瞬時受電電力制御システム出力電力は、受電電流補償電流演算回路82の働きで時限值 (T) (時刻T2) ではゼロになる。

【0136】発電機用受電電力偏差信号 (ES1) は、時刻T1では瞬時受電電力制御システム用逆潮流側受電電力目標値 (PS2*) (－) に保たれている。発電機21は本偏差信号をゼロにすべく発電機の出力を徐々に低下するが、その低下スピードは、発電機が受電電力のフィードバック制御を採用しているため、原理上、瞬時受電電力制御システムの充電電力の低下スピードよりは遅い。したがって、受電電力 (PS) はその低下スピードの差分だけ時刻T2には低下することになり、発電機用受電電力偏差信号 (ES1) は受電電力の動きを反映し時刻T2にはその低下スピードの差分だけ低下することになる。

【0137】時刻T2から時刻T3の間は、受電電力検出値2 (PS2) は瞬時受電電力制御システム用逆潮流側受電電力不感帯値 (PSIS (－)) より大きいので再度、双方向コンバータ72が充電モードとなる心配がない。

【0138】直流中間回路電圧は時刻T1～時刻T2の間は、直流中間回路電圧補償電流演算回路83の制御時定数を受電電流補償電流演算回路82のそれに対して大きくしているゆえに、受電電流補償電流演算回路82が直流中間回路電圧補償電流演算回路83の機能より優勢に作用しているために双方向コンバータ72が充電モードになっており、上昇し続ける。その後、後述するように直流中間回路電圧補償電流演算回路83の機能により時刻T5には直流中間回路電圧が目標値に整定される。

【0139】時刻T2から時刻T6の間は、逆潮流を制限すべき双方向コンバータが充電モードである場合以外ゆえに、受電電流補償電流演算回路82の働きで直流中間回路電圧を一定に保つように双方向コンバータが機能する。したがって、時刻T1から時刻T2の間に上昇した直流中間回路電圧 (EDC) を直流中間回路電圧目標値 (EDC*) にすべく、瞬時受電電力制御システム出力電力は、プラス (電力を出力する) となる。なお、瞬時受電電力制御システム出力電力は、直流中間回路電圧補償電流演算回路83の制御時定数が大きい (例えば、積分時定数が大きい) ので、徐々に増加し、極大点を迎え、その後、徐々に低下し、時刻T5には直流中間回路電圧が目標値に整定されるので、ゼロになる。

【0140】時刻T2以降の発電機出力電力 (PG) は、発電機用受電電力制御演算回路53の働きにより、受電電力 (PS) を発電機用受電電力目標値 (PS1*) (ゼロ) にすべく、徐々に低下し、受電電力 (P

S) は徐々に上昇し、時刻T4には受電電力は発電機用受電電力目標値 (PS1*) (ゼロ) に整定される。

【0141】発電機用受電電力偏差信号 (ES1) も同様に時刻T4にはゼロになる。なお、この時に双方向コンバータ72は放電モードになっており受電電力 (PS) は低下する方向に働き、受電電力 (PS) を発電機用受電電力目標値 (PS1*) へと上昇できなくなる恐れがある。直流中間回路電圧補償電流演算回路83の制御時定数Aを発電機用受電電力制御演算回路53の制御時定数Cに対して大きくしているため、発電機用受電電力制御演算回路53が直流中間回路電圧補償電流演算回路83より優勢に機能するために、発電機による受電電力制御のほうが優勢になり、受電電力 (PS) を発電機用受電電力目標値 (PS1*) へと確実に上昇させることができる。

【0142】以上が、直流中間回路電圧補償電流演算回路83の制御時定数Aを発電機用受電電力制御演算回路53の制御時定数Cに対して大きくしている理由である。

【0143】時刻T4以降においては、直流中間回路電圧補償電流演算回路83の機能により双方向コンバータ72は放電モードになっており、放電電力は前述のように徐々に低下してくるので、発電機21の発電機用受電電力制御演算回路53の働きにより、発電機21の発電電力は徐々に増加してくる。時刻T5には瞬時受電電力制御システムの出力電力 (PE) がゼロなので発電機出力電力は、負荷電力となり定常状態に移行する。

【0144】時刻T6において負荷電力が元に戻ったときには、今までの動作と全く逆の動作が行われチャートとしては丁度上下を反転させた形になる。

【0145】以上により、発電機21と瞬時受電電力制御システム70は協調をとりながら有効に受電電力の脈動を防止することが出来る。

【0146】なお、発電機の制御系は従来技術と同じなので、発電機21には特別な改良は必要がないこともメリットであり、発電機21と瞬時受電電力制御システム70は自立的・独立的なシステムであるといえる。

【0147】[第3の実施の形態] 次いで、本発明の第3の実施の形態について図7～図9を用いて説明する。この実施の形態は、受電電力を計測して発電機および瞬時受電電力制御システムのシステム全体をトータルコントロールするようにしている。

【0148】この実施の形態にかかる瞬時受電電力制御システムは、第1の実施の形態における発電機制御回路50を瞬時受電電力制御システム70に統合した点に特徴を有している。

【0149】電力系統10と、負荷31、発電機21、瞬時受電電力制御システム70は、第1の実施の形態と同様に配置される。電力系統10から構内配線網11への電力供給ラインに系統電圧検出器 (PTS) 13

と、受電電流検出器 (CTS) 14[‐]を設置する。

【 0150 】 瞬時受電電力制御システム 70 の回路構成を図 7 を用いて説明する。

【 0151 】 瞬時受電電力制御システム 70 は、連系トランスまたは連系リアクトル 71 と、双方向コンバータ 72 と、電力貯蔵媒体 73 と、直流中間回路電圧検出器 (VSDC) 74 と、双方向コンバータ制御回路 80 と、双方向コンバータ入力電圧検出器 (PTI) 15 と、双方向コンバータ出力電流検出器 (CTC) 16 とを有して構成される。

【 0152 】 双方向コンバータ制御回路 80 は、系統電圧検出器 (PTS) 13[‐] から出力される系統電圧検出値 (VS) と、受電電流検出器 (CTS) 14[‐] から出力される受電電流検出値 (IS)、直流中間回路電圧検出器 74 からの直流中間回路電圧検出値 (EDC)、直流中間回路電圧目標値 (EDC*)、双方向コンバータ出力電流検出器 (CTC) 16 からの双方向コンバータ出力電流検出値 (IC) と、双方向コンバータ入力電圧検出器 (PTI) 15 からの双方向コンバータ入力電圧検出値 (VI) が入力され、双方向コンバータ 72 の動作を制御する。また、系統電圧検出器 (PTS) 13[‐] から出力される系統電圧検出値 (VS) と、受電電流検出器 (CTS) 14[‐] から出力される受電電流検出値 (IS) から燃料弁 25 の開度を制御する。

【 0153 】 双方向コンバータ制御回路 80 の構成を、図 8 を用いて説明する。

【 0154 】 双方向コンバータ制御回路 80 は、受電電力演算回路 81[‐] と、発電機／双方向コンバータ非干渉制御演算回路 82[‐] と直流中間回路電圧補償電流演算回路 83 と、双方向コンバータ出力電流制御演算回路 84 と、双方向コンバータ出力電圧指令演算回路 85 と、PWM 制御回路 86 1 と、キャリア信号発生回路 86 2 と、ゲートドライブ回路 86 3 と、発電機用受電電力設定器 9 1 と、瞬時受電電力制御システム用順潮流側受電電力設定器 9 2 と、瞬時受電電力制御システム用逆潮流側受電電力設定器 9 3 とを有して構成される。

【 0155 】 図 8 に示した回路構成において、図 2 に示した第一の実施の形態における構成要素と同一の符号を付した構成要素は図 2 に示した構成要素と同様な機能および構成を有しているので、共通な部分の詳細な説明は省略する。

【 0156 】 以下、発電機 21 および瞬時受電電力制御システム 70 の制御方法を説明する。

【 0157 】 受電電力演算回路 81[‐] は、系統電圧検出器 (PTS) 13[‐] からの系統電圧検出値 (VS)、および受電電流検出器 (CTS) 14[‐] からの受電電流検出値 (IS) から、受電電力検出値 (PS0) を演算する。

【 0158 】 発電機／双方向コンバータ非干渉制御演算回路 82[‐] は、発電機用受電電力設定器 9 1 により設定

された発電機用受電電力目標値 (PS1*) (ゼロ)、瞬時受電電力制御システム用逆潮流側受電電力設定器 9 3 により設定された瞬時受電電力制御システム用逆潮流側受電電力目標値 (PS2* (-)) (本目標値はゼロ以下とする)、受電電力検出値 (PS0)、直流中間回路電圧補償有効電流から、受電電力検出値 (PS0) が瞬時受電電力制御システム用逆潮流側受電電力目標値 (PS2* (-)) 未満の場合は、受電電力検出値 (PS0) が瞬時受電電力制御システム用逆潮流側受電電力目標値 (PS2* (-)) となるために必要な双方向コンバータ 72 から出力すべき電流を演算し、双方向コンバータ出力電流目標値とする。

【 0159 】 また、受電電力検出値 (PS0) + 双方向コンバータ出力電流目標値に相当する双方向コンバータ出力電力を発電機用擬似受電電力 (PQS) として、発電機用擬似受電電力 (PQS) が発電機用受電電力目標値 (PS1*) になるような燃料弁の開度を演算し、燃料弁開度指令値として燃料弁に出力する。

【 0160 】 この理由は以下のとおりである。

【 0161 】 発電機 21 の制御ポイントは受電電力である。双方向コンバータ 72 の制御ポイントも受電電力である。したがって、双方向コンバータ 72 が逆潮流を防止するために充電モードになると受電電力が上昇しこのことにより発電機の出力電力を低下させる制御が遅くなり、極端な場合、例えば相互の受電電力目標値が同一の場合、発電機の出力電力は低下するどころか現状を維持し続け、双方向コンバータ 72 は充電し続け直流中間回路電圧が上昇しやがて過電圧でトリップしてしまい、電力脈動を発生させてしまうという問題点がある。

【 0162 】 この問題点を解決するためには、双方向コンバータ 72 の出力電力による発電機の制御系への干渉を非干渉化するために受電電力検出値 (PS0) が瞬時受電電力制御システム用逆潮流側受電電力目標値 (PS2* (-)) 未満の場合のみ、受電電力検出値 (PS0) + 双方向コンバータ出力電流目標値に相当する双方向コンバータ出力電力を発電機の制御対象としている。

【 0163 】 発電機用受電電力設定器 9 1 により設定された発電機用受電電力目標値 (PS1*) (ゼロ)、瞬時受電電力制御システム用順潮流側受電電力設定器 9 2 により設定された瞬時受電電力制御システム用順潮流側受電電力目標値 (PS2* (+)) (本目標値はゼロ以上とする)、受電電力検出値 (PS0)、直流中間回路電圧補償有効電流から、受電電力検出値 (PS0) が瞬時受電電力制御システム用順潮流側受電電力目標値 (PS2* (+)) 超の場合は、受電電力検出値 (PS0) が瞬時受電電力制御システム用順潮流側受電電力目標値 (PS2* (+)) となるために必要な双方向コンバータ 72 から出力すべき電流を演算し、双方向コンバータ出力電流目標値とする。

【 0164 】 また、受電電力検出値 (PS0) + 双方向